

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Umum

Beton adalah suatu bahan komposit yang terdiri dari kumpulan, secara umum pasir dan kerikil atau agregat kasar, dengan bahan pengikat semen portland dan air.

2.1.1 Semen

Semen adalah suatu perekat hidraulis yaitu senyawa - senyawa yang terkandung didalam semen yang dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang berfungsi sebagai perekat terhadap batuan. Sifat semen antara lain:

1. Dapat mengeras bila dicampur dengan air.
2. Tidak akan larut dalam air.

2.1.2 Air

Tujuan utama dari penggunaan air dalam campuran beton adalah untuk melarutkan semen sehingga campuran beton antara semen dan air menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Selama proses pengerasan, beton akan mengalami reaksi kimia yaitu proses hidrasi, proses hidrasi membutuhkan air dalam jumlah yang cukup, sehingga dihindari terjadinya penguapan. Penguapan selain menghentikan proses hidrasi juga menyebabkan penyusutan kering secara cepat, yang mengakibatkan beton menjadi retak-retak, untuk itu dilakukan pekerjaan perawatan beton agar permukaannya selalu basah.

2.1.3 Agregat kasar

Disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ inch (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras

dan daya tahannya terhadap cuaca dan efek-efek perusak lainnya.

Agregat kasar dikatakan bermutu baik apabila agregat kasar bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan sel semen. Jenis-jenis agregat kasar antara lain:

1. Batu pecah alami

Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen. Meskipun batu ini dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah ini kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya karena ukuran dari batu ini biasanya besar-besar.

2. Kerikil alami

Kerikil ini berasal dari proses alami yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah dari pada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.

3. Agregat kasar buatan

Bahan ini didapat dari sisa-sisa bangunan struktur beton yang dipecah-pecah sehingga dapat digunakan untuk campuran agregat beton. Meskipun harga batu ini relative lebih murah dibandingkan dengan agregat yang lain namun dari segi kekuatan sangat relative rendah dari agregat yang lain.

2.1.4 Agregat halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran no. 4 dan no. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, dan lempung. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang

baik, yang sesuai dengan standar analisis saringan dari ASTM (*American Society of Testing and Materials*).

2.1.5 Beban pada Struktur

1. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang besar letaknya dapat berubah. Beban hidup meliputi beban orang, barang-barang gudang, beban konstruksi, beban peralatan yang bekerja, dan sebagainya. Beberapa beban hidup lantai yang umumnya bekerja pada struktur-struktur bangunan antara lain:

BEBAN HIDUP PADA LANTAI GEDUNG			
a.	Lantai ruang olahraga	400	kg/m ²
b.	Lantai ruang kuliah	250	kg/m ²
c.	Lantai rumah sederhana	125	kg/m ²
d.	Lantai gedung parkir untuk lantai bawah	800	kg/m ²
e.	Lantai gedung parkir untuk lantai tingkat	400	kg/m ²
f.	Balkon yang menjorok keluar	300	kg/m ²
g.	Lantai tangga rumah tinggal	200	kg/m ²
h.	Lantai bordes	300	kg/m ²

TABEL 1. Peraturan Pembebanan Indonesia 1983
(www. Rangkuman PBI 1983.com)

2. Beban Mati

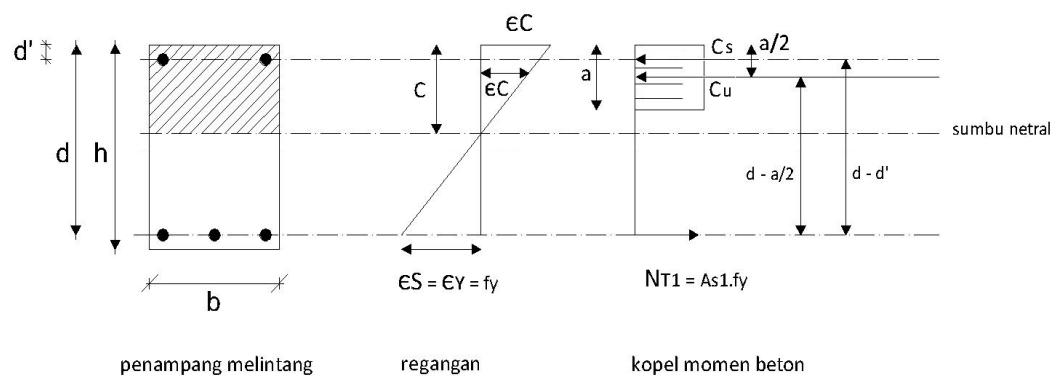
Beban mati (*dead load*) adalah beban yang memiliki besar yang konstan terhadap satu posisi tertentu. Beban mati meliputi berat struktur termasuk semua bagian pelengkap yang melekat pada struktur secara permanen. Untuk bangunan beton bertulang, beberapa dari beban mati adalah berupa dinding, lantai, langit-langit, tangga, atap, dan lain-lain.

BEBAN MATI PADA STRUKTUR GEDUNG			
a.	Beton	2200	kg/m ³
b.	Beton bertulang	2400	kg/m ³
c.	Pasir (kering udara sampai lembab)	125	kg/m ³
d.	Pasir (jenuh air)	800	kg/m ³
e.	Pas. Dinding 1/2 batu	250	kg/m ²
f.	Penggantung langit-langit dari kayu	7	kg/m ²
g.	Spesi	21	kg/m ²
h.	Ubin	24	kg/m ²

TABEL 2. Peraturan Pembebanan Indonesia 1983
(www. Rangkuman PBI 1983.com)

2.2 Struktur Balok

Balok (*beam*) berfungsi untuk mentransfer beban vertical secara horizontal. Sistem pada balok adalah elemen struktur horizontal yang diletakkan sederhana diatas dua elemen struktur vertikal. Pada sistem ini, secara sederhana balok digunakan sebagai elemen penting dalam konstruksi. Meskipun dianggap sederhana dalam hal konstruksi, balok mempunyai karakteristik internal yang lebih rumit dalam memikul dibandingkan dengan jenis elemen struktur lainnya misalnya untuk rangka batang.



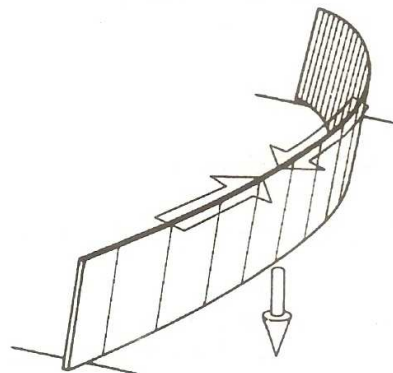
Gambar 1. Diagram tegangan regangan balok bertulangan rangkap

2.2.1 Tegangan Lentur

Tegangan lentur pada balok diakibatkan oleh regangan yang timbul karena adanya beban luar. Apabila beban pada balok bertambah maka pada balok akan terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak lentur disepanjang bentang balok. “Bila beban semakin bertambah maka akan terjadi keruntuhan elemen struktur. Taraf pembebanan yang demikian disebut keadaan limit dari keruntuhan pada lentur” (James G.MacGregor,1997)

Apabila kekuatan tarik beton telah terlampaui, maka beton mengalami retak rambut. Oleh karena itu beton tidak dapat meneruskan gaya tarik pada daerah retak, sehingga seluruh gaya tarik yang timbul ditahan oleh baja tulangan. (James G.MacGregor,1997)

2.2.2 Tekuk Lateral pada Balok



Gambar 2. Tekuk lateral pada balok.

(Sumber gambar: Schodek, Daniel L. 1999)

Pada gambar 2.2 adalah balok yang dibebani namun yang terjadi adalah *tekuk lateral* dan akhirnya akan terjadi keruntuhan sebelum seluruh kekuatan penampang tercapai. Kejadian tekuk lateral pada balok dapat terjadi pada rangka batang. Ketidakstabilan balok dalam arah lateral dapat terjadi karena gaya

tekan yang timbul didaerah atas balok disertai tidak cukupnya kekakuan balok dalam arah lateral.

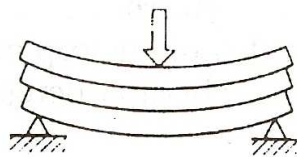
Pencegahan tekuk lateral dapat dilakukan dengan cara:

- 2.2.2.1 Dengan menggunakan pangaku atau pengekang
- 2.2.2.2 Dengan membuat balok cukup kaku dalam arah lateral yaitu dengan membuat dimensi balok yang standar.

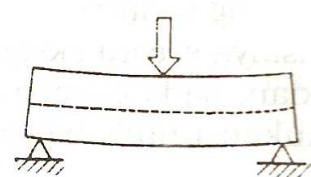
Apabila suatu balok digunakan untuk menumpu sistem lantai, ukuran yang relatif dangkal dengan perbandingan tinggi: lebar = 2 : 1 atau 3 : 1 sangatlah tidak efisien karena sebenarnya sistem lantai itu sudah memberikan pengekang lateral terhadap balok tersebut. Dengan demikian, untuk penutup lantai dapat menggunakan balok yang relatif lebih tipis yaitu dengan perbandingan tinggi : lebar antara 5 : 1 sampai 7 : 1 untuk konstruksi rumah. (Schodek, Daniel L. 1999. Hal 217)

2.2.3 Tegangan Geser Balok

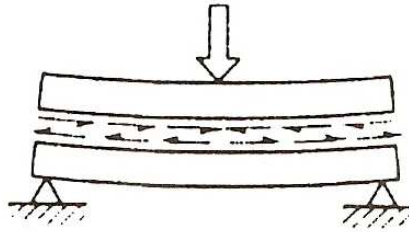
Tegangan geser pada balok dapat divisualisasikan dengan memperhatikan dua balok. Balok yang pertama menggunakan bidang-bidang yang tak dihubungkan dan balok yang lainnya terbuat dari satu material utuh. Apabila dibebani pada balok yang pertama akan terjadi gelincir. Sedangkan untuk balok yang utuh tidak terjadi gelincir. Hal ini disebabkan oleh adanya tegangan geser horizontal yang dapat mencegah gelincir.



(a) Balok yang dibuat oleh Lapisan-lapisan. Lapisan lapisan itu cenderung – saling tergelincir apabila dibebani



(b) Pada balok homogen ada kecenderungan untuk tergelincir bersama-sama



- (c) Tegangan geser horizontal timbul pada balok homogen sebagai akibat akibat dari kecerundungan tergelincir

Gambar 3. Tegangan geser horizontal pada balok

(Sumber gambar: Schodek, Daniel L. 1999)

2.2.4 Tegangan Tumpu

Tegangan tumpu (*bearing stress*) adalah tegangan yang timbul pada bidang kontak antara dua elemen struktur. Sebagai contoh, tegangan ini terjadi pada ujung ujung balok sederhana yang terletak diatas tumpuan ujung dengan dimensi tertentu. Sedangkan untuk besar tegangan yang timbul tergantung pada besar gaya yang disalurkan melalui titik kontak dan luas permukaan kontak diantara kedua elemen. Semakin kecil luas bidang kontak, akan semakin besar tegangan tumpu yang timbul.

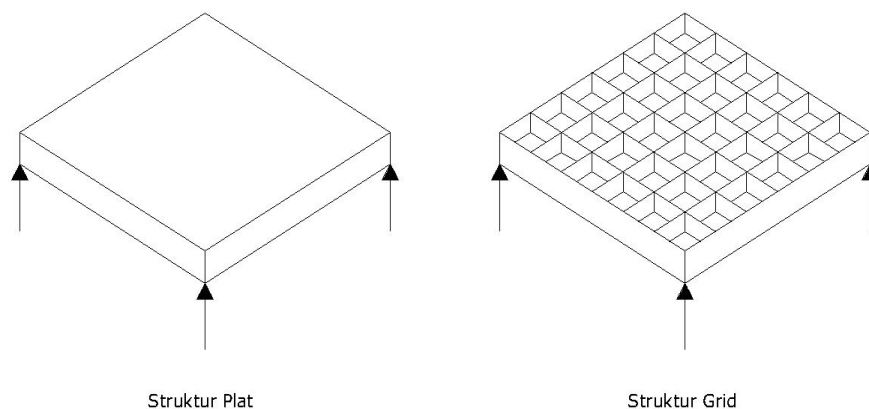
2.2.5 Defleksi

Defleksi pada bentang suatu balok disebabkan karena adanya lendutan balok akibat beban. Defleksi pada suatu titik tergantung pada beban P atau w , panjang bentang balok L , dan berbanding terbalik dengan kekakuan balok. Kekakuan merupakan besaran yang tergantung pada jenis material yang digunakan (modulus elastis E) dan besaran penampang melintang (momen inersia I).

2.3 Struktur Plat

Plat adalah struktur kaku yang dari material monolit yang tingginya kecil dibandingkan dengan dimensi-dimensi lainnya. Beban yang bekerja pada plat mempunyai sifat banyak arah dan tersebar. Plat dapat ditumpu diseluruh tepinya, atau hanya pada titik titik tertentu misalnya oleh kolom kolom.

Plat dikatakan mempunyai sifat yang sama di segala arah jika seluruh plat yang terbuat dari material padat homogen. Struktur grid pada plat terdiri atas elemen-elemen linear kaku panjang seperti balok, yang batang-batang tepi atas dan bawahnya sejajar.



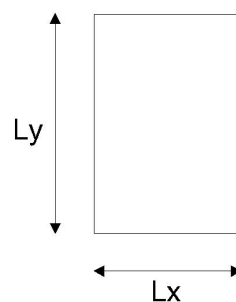
Gambar 4. Struktur plat dan grid.

(Sumber gambar: Schodek, Daniel L. 1999)

2.3.1. Sistem Plat Satu Arah

Struktur plat satu arah adalah plat yang mendukung pada kedua tepi yang berhadapan sedemikian sehingga lenturan yang timbul hanya dalam satu arah saja, yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Semua beban yang bekerja pada pelat satu arah dilimpahkan menurut arah sisi pendek, maka suatu pelat satu arah menerus diatas beberapa tumpuan dapat

diperlakukan sebagai sebuah balok persegi dengan tingginya setebal pelat dan lebarnya adalah satu satuan panjang (umumnya satu meter). Jika pelat tersebut diberikan beban merata, pelat akan melendut terhadap satu arah, sehingga menimbulkan momen lentur pada arah tersebut. Sistem seperti ini dipakai apabila perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek lebih dari dua, dengan lenturan utama pada sisi lebih pendek.



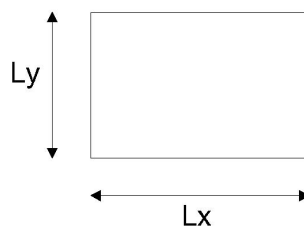
Gambar 5. Plat Satu Arah

Komponen struktur	Tebal minimum h			
	Dua tumpuan sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar			
Plat masif satu arah	$\ell / 20$	$\ell / 24$	$\ell / 28$	$\ell / 10$
Balok/plat rusuk satu arah	$\ell / 16$	$\ell / 18,5$	$\ell / 21$	$\ell / 8$

Tabel 3. Tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung (Sumber Tabel SNI 03-2847-2002)

2.3.2. Sistem Plat Dua Arah

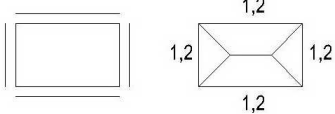
Sistem ini dipakai jika perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek tidak lebih dari dua, dimana pelat didukung sepanjang keempat sisinya sehingga lendutan akan timbul dalam dua arah yang saling tegaklurus. Beban lantai dipikul pada kedua arah oleh balok pendukung sekeliling pelat sehingga pelat melendut pada dua arah. Jika panjang pelat sama dengan lebarnya, maka perilaku balok sekeliling plat akan memikul beban pelat sama besar. Sedangkan bila panjang pelat tidak sama dengan lebarnya, maka balok yang lebih panjang akan memikul beban yang lebih besar daripada balok yang pendek.



Gambar 6. Plat Dua Arah

Tegangan leleh f_y (Mpa)	Tanpa penebalan			Dengan penebalan		
	Panel luar		Panel dalam	Panel luar		Panel dalam
	Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir		Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir	
300	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/40$	$l_n/40$
400	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
500	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

Tabel 4. Tebal minimum plat tanpa balok interior
(Sumber: Slamet Widodo. 2008 hal39)

Skema	Penyaluran beban berdasarkan "metode amplop" kali W_u lantai lx	Momen per meter	ly/lx					
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
		$M_{lx} = 0,001 W_u \cdot l_x^2 \cdot x$ $M_{ly} = 0,001$ $M_{tx} = - 0,001$ $M_{ty} = - 0,001$	25	34	42	49	53	58
			25	22	18	15	15	15
			51	63	72	78	81	82
			51	54	55	54	54	53

Tabel 5. Besaran Momen yang Menentukan per-meter lebar Jalur Tengah
pada Plat Dua Arah Akibat Beban Terbagi Rata
(Sumber: Slamet Widodo. 2008 hal44)